

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑪ DE 3342721 A1

⑥ Int. Cl. 3:
G01 S 3/78
A 61 B 5/10
G 02 B 27/18
G 01 B 11/03

②1 Aktenzeichen: P 33 42 721.6
②2 Anmeldetag: 25. 11. 83
④3 Offenlegungstag: 27. 9. 84

DE 3342721 A1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
23.03.83 DE 33105669

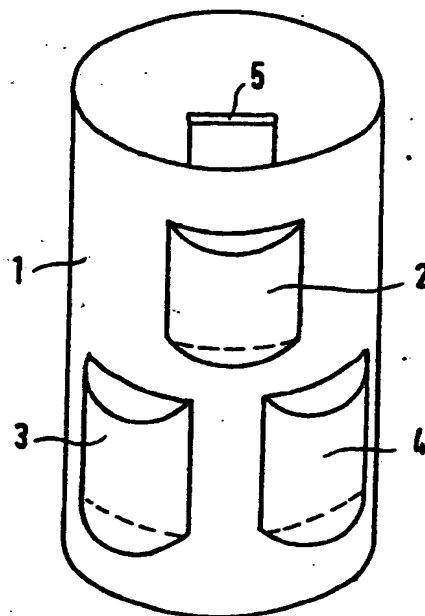
⑦1 Anmelder:
Morander, Karl-Erik, Lerum, SE

⑦4 Vertreter:
Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K.,
Dipl.-Ing.; Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.;
Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.; Melzer, W., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Fotodetektor-System zum Feststellen bzw. Messen der Position einer oder mehrerer Lichtquellen

Die Position einer oder mehrerer Lichtquellen wird mittels einer fotoempfindlichen Detektoranordnung bestimmt, die durch wenigstens einen Detektorkörper (1) mit einer Mehrzahl von übereinander oder nebeneinander angeordneten einzelnen Detektorelementen (z. B. 5) gebildet ist, welche mit ihren Detektorflächen relativ zueinander versetzt sind. Das Licht der Lichtquellen wird auf den Detektorflächen mittels einer optischen Abbildungsanordnung abgebildet, die durch den einzelnen Detektorelementen zugehörige langgestreckte Linsenelemente (2, 3, 4) gebildet sind, welche der relativen Versetzung der Detektorflächen entsprechend zueinander versetzt angeordnet sind.



DE 3342721 A1

25.11.83

3342721

PATENTANWÄLTE

MITSCHERLICH · GUNSCHMANN · KÖRBER · SCHMIDT-EVERS

1 ZUGELASSENE VERTRETER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT · PROF REPRESENTATIVES BEFORE THE EUROPEAN PATENT OFFICE
MANDATAIRES AGRÉÉS PRES L'OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS5 Karl-Erik Morander
Box 2025S-443 02 Lerum 2
SCHWEDENDipl.-Ing. H. Mitscherlich
Dipl.-Ing. K. Gunschmann
Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. W. Körber
Dipl.-Ing. J. Schmidt-EversSteinsdorfstraße 10
D-8000 München 22
Telefon (089) 29 66 84-86
Telex 523 155 mitsh d
Fach-Kto. Mchn 195 75-803
EPA-Kto. 28 000 206

10

25. November 1983
SE/on

15

PATENTANSPRÜCHE

=====

1. Fotodetektor-System zum Feststellen bzw. Messen der Po-
sition einer oder mehrerer Lichtquellen mittels einer fo-
toempfindlichen Detektoranordnung, zu der das von der je-
weiligen Lichtquelle abgegebene Licht durch eine optische
Abbildungsanordnung hingeleitet wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Detektoranordnung durch wenigstens einen Detek-
torkörper (1) mit einer Mehrzahl von übereinander oder
nebeneinander angeordneten einzelnen Detektorelementen
(5,6,7) gebildet ist, die mit ihren Detektorflächen re-
lativ zueinander versetzt sind,
und daß die optische Abbildungsanordnung durch den ein-
zelnen Detektorelementen (5, 6, 7) zugehörige langge-
streckte Linsenelemente (2, 3, 4) gebildet ist, die der
relativen Versetzung der Detektorflächen entsprechend
zueinander versetzt angeordnet sind.
2. Fotodetektor-System nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Detektorelemente (5, 6, 7) mit ihren

- 1 Detektorflächen auf einer gemeinsamen Linie liegend
übereinander oder nebeneinander angeordnet sind.

3. Fotodetektor-System nach Anspruch 1, dadurch ge-
5 kennzeichnet, daß zumindest zwei Detektorelemente (6, 7)
in einer Ebene mit ihren Detektorflächen zueinander ver-
setzt vorgesehen sind
und daß in wenigstens einer der betreffenden Ebene un-
mittelbar benachbarten Ebene wenigstens ein Detektor-
10 element (5) vorgesehen ist, dessen Detektorfläche be-
zogen auf die Detektorfläche der in der erstgenannten
Ebene vorhandenen Detektorelemente (6, 7) versetzt ist.

4. Fotodetektor-System nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
15 zeichnet, daß die zwei unmittelbar benachbarten Ebenen
zugehörigen Linsenelemente (2, 3, 4) mit ihren Linsen-
flächen in einer Überlappingsbeziehung zueinander ange-
ordnet sind.

20 5. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Detektorkörper (11,
12, 13) vorgesehen und ihren Längsachsen jeweils in einer
von zwei zueinander senkrechten Ebenen angeordnet sind.

25 6. Fotodetektor-System nach Anspruch 5, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Detektorelemente der Detektor-
körper (11, 12, 13) mit ihren Signalausgängen an einer
Rechenschaltung (14) angeschlossen sind.

30 7. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Detektorkörper (16,
17, 18, 19) vorgesehen und mit ihren Längsachsen neben-
einander liegend angeordnet sind.

35 8. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

- 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorelemente (5, 6,
7) flach ausgebildet sind.
9. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
5 dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorelemente (5, 6,
7) gekrümmt ausgebildet sind.
10. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1
bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen,
10 deren Licht festzustellen bzw. zu messen ist, im Zeit-
multiplexbetrieb zum Aufleuchten gelangen.
11. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis
10, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen, deren
15 Licht festzustellen bzw. zu messen ist, modulierte Licht-
quellen sind.
12. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis
11, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Licht-
20 quellen mit jeweils einer Stromversorgung versehen sind.
13. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß den Lichtquellen eine Steuer-
einrichtung (Fig. 8) zugehörig ist, welche die Intensi-
25 tät des von den Lichtquellen abgegebenen Lichtes auf
einem vorgegebenen Wert hält.
14. Fotodetektor-System nach einem der Ansprüche 1 bis
13, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquellen und De-
30 tektorelemente Halbleiterelemente dienen.
15. Anordnung zum Feststellen bzw. Messen der Position
einer oder mehrerer Lichtquellen unter Verwendung eines
einachsigen in einem Winkelbereich wirksamen Fotodetek-
35 tor-Systems, insb. sonderes nach einem der Ansprüche 1 bis

- 1 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung von den
drei Raumkoordinaten der Lichtquelle(n) (71) entspre-
chenden Signalen zwei weitere einachsige Fotodetektor-
Systeme verwendet sind, von denen jedes in einem Winkel-
5 bereich wirksam ist, und daß mindestens zwei der drei
Fotodetektor-Systeme (61, 62, 63) so gegeneinander ver-
setzt sind, daß sich ihre Winkelbereiche kreuzen.

16. Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
10 daß die drei Fotodetektor-Systeme (61, 62, 63) auf einer
Geraden angeordnet sind.

17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
daß die Winkelbereiche der beiden äußeren Fotodetektor-
15 Systeme (61, 63) parallel zueinander verlaufen, und daß
der Winkelbereich des mittleren Fotodetektor-Systems
(62) senkrecht zu den Winkelbereichen der beiden äußeren
Fotodetektor-Systeme (61, 63) verläuft.

18. Anordnung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die drei Fotodetektor-Systeme (61, 62, 63)
an einem Träger (60) so angeordnet sind, daß die Gerade
vertikal verläuft, daß die Winkelbereiche der beiden
äußeren Fotodetektor-Systeme (61, 63) jeweils durch
25 eine Horizontale (64, 67) und eine Schräge (65, 66)
begrenzt sind, derart, daß die beiden Winkelbereiche
in einer bestimmten Entfernung vom Träger (60) inein-
ander übergehen.

30

35

1

5

Fotodetektor-System zum Feststellen bzw. Messen
der Position einer oder mehrerer Lichtquellen

10

Die Erfindung bezieht sich auf ein Fotodetektor-System zum Feststellen bzw. Messen der Position einer oder mehrerer Lichtquellen mittels einer fotoempfindlichen Detektoranordnung, zu der das von der jeweiligen Licht-
15 quelle abgegebene Licht durch eine optische Abbildungsanordnung hingeleitet wird.

20

Ein System der vorstehend bezeichneten Art ist bereits bekannt (EP-Anmeldung 81106262.9). Dabei sind die fotoempfindliche Detektoranordnung und die optische Abbildungsanordnung bezüglich der gleichen Achse ro-
tationssymmetrisch aufgebaut. Mit Hilfe dieses be-
kannten Systems ist es zwar möglich, die Anzeige der positionsempfindlichen Fotodetektoranordnung von der
25 Oberflächengestalt des jeweils untersuchten Gegenstands, von der Größe des auf seine Oberfläche geworfenen Lichtflecks und von unterschiedlich starken Reflexionen oder Streuungen der Oberfläche des je-
weils untersuchten Gegenstands weitgehend unabhängig
30 zu machen. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß der Erfassungsbereich, d. h. der Bildwinkel der fotoempfindlichen Detektoranordnung einen zuweilen nicht ausreichenden Bereich einschließt.

35

Man könnte nun in System der vorstehend betrachteten bekannten Art in in r Mehrzahl vorsehen und

1 nebeneinander anordnen, um den Erfassungsbereich, d.h.
den Bildwinkel auszuweiten. Dies ist im Prinzip auch
möglich, zeigt jedoch den Nachteil, daß eine lineare
Erfassung der Position einer oder mehrerer Lichtquellen
5 praktisch nur längs der Achse möglich ist, längs der
die betreffenden Systeme nebeneinander angeordnet sind.
Ändert sich indessen die Position der Lichtquelle oder
der Lichtquellen auch in anderer Richtung, so wirken
sich im Bereich zwischen einander benachbarten Systemen
10 vorhandene kissenförmige Verzerrungen negativ auf die
Auswertung der jeweils gewonnenen Signale aus.

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde,
einen Weg zu zeigen, wie bei einem System der eingangs
15 genannten Art unter Vermeidung der vorstehend aufge-
zeigten Nachteile ein erweiterter Erfassungsbereich
für das Feststellen bzw. Messen der Position einer
oder mehrerer Lichtquellen erzielt werden kann.

20 Gelöst wird die vorstehend aufgezeigte Aufgabe bei
einem System der eingangs genannten Art erfindungs-
gemäß dadurch, daß die Detektoranordnung durch
wenigstens einen Detektorkörper mit einer Mehrzahl
von übereinander oder nebeneinander angeordneten
25 einzelnen Detektorelementen gebildet ist, die mit
ihren Detektorflächen relativ zueinander versetzt
sind, und daß die optische Abbildungsanordnung durch
den einzelnen Detektorelementen zugehörige langge-
streckte Linsenelemente gebildet ist, die der rela-
30 tiven Versetzung der Detektorflächen entsprechend
zueinander versetzt angeordnet sind.

Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß auf
relativ einfache Weise die Position einer oder
35 mehrerer Lichtquellen festgestellt bzw. gemessen
werden kann, deren Position sich in einer relativ

1 weiten Erfassungsbereich ändern kann, ohne daß bei der
betreffenden Feststellung bzw. Messung Probleme der
oben aufgezeigten Art auftreten. Dies bedeutet, daß
5 in vorteilhafter Weise zwischen den einzelnen Detektor-
elementen keine undefinierten Bereiche vorhanden sind,
so daß sich die jeweils zu erfassende Lichtquelle
praktisch in beliebiger Richtung in bezug auf die
Detektorkörper ändern kann und dennoch in ihrer je-
weiligen Position klar erfaßbar ist.

10

Von Vorteil ist ferner, daß gemäß der Erfindung mit
geringeren Abmessungen des Meßraumes als bisher aus-
gekommen wird und daß der Abstand zwischen der je-
weiligen Lichtquelle und den Detektorelementen kleiner
15 sein kann, als dies bisher möglich war. Dies bringt
eine bessere Auflösung und Genauigkeit in der Aus-
wertung der Meßsignale mit sich.

20

Vorzugsweise sind die Detektorelemente mit ihren
Detektorflächen auf einer gemeinsamen Linie liegend
übereinander oder nebeneinander angeordnet. Dies
bringt den Vorteil eines relativ einfachen konstruk-
tiven Aufbaus mit sich.

25

Zweckmäßigerweise sind jedoch zumindest zwei Detek-
torelemente in einer Ebene mit ihren Detektorflächen
zueinander versetzt vorgesehen, und in wenigstens
einer der betreffenden Ebene unmittelbar benachbar-
ten Ebene ist wenigstens ein Detektorelement vorge-
30 sehen, dessen Detektorfläche bezogen auf die Detektor-
flächen der in der erstgenannten Ebene vorhandenen
Detektorelemente versetzt ist. Hierdurch ergibt sich
der Vorteil, daß der jeweilige Detektorkörper einen
relativ weiten Erfassungsbereich hat.

35

Vorzugsweise sind die zwei unmittelbar benachbarten

1 Ebenen zugehörigen Linsenelemente mit ihren Linsen-
flächen in einer Überlappingsbeziehung zueinander
angeordnet. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß
ein relativ weiter Erfassungsbereich eines Detektor-
5 körpers mit relativ einfach aufgebauten Linsenelementen
erreicht wird.

Von Vorteil ist es ferner, wenn mehrere Detektor-
körper vorgesehen und mit ihren Längsachsen jeweils
10 in einer von zwei zueinander senkrechten Ebenen ange-
ordnet sind. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise
eine räumliche Bestimmung der Position einer oder
mehrerer Lichtquellen vorzunehmen.

15 Um die vorstehend erwähnte Positionsbestimmung mit
einfachen Schaltungsmitteln vornehmen zu können, sind
die Detektorelemente der Detektorkörper mit ihren
Signalausgängen vorzugsweise an einer Rechenschaltung
angeschlossen, die einen Mikroprozessor enthalten kann.

20 Es ist aber auch möglich, mehrere Detektorkörper vor-
zusehen und mit ihren Längsachsen nebeneinander liegend
anzuordnen. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß auf
relativ einfache Weise Bewegungsabläufe in einer vor-
25 gegebenen Richtung ohne weiteres erkannt und damit
ausgewertet werden können.

Die Lichtquellen, deren Licht festzustellen bzw. zu
messen ist, gelangen vorzugsweise im Zeitmultiplex-
30 betrieb zum Aufleuchten. Dies ermöglicht in besonders
einfacher Weise die einzelnen Lichtquellen voneinander
unterscheiden zu können.

Es ist aber auch ohne weiteres möglich, als Licht-
35 quellen, deren Licht festzustellen bzw. zu messen ist,
moduliert Lichtquellen zu verwenden. Auch die se

1 Maßnahme ermöglicht in vorteilhafter Weise, die
einzelnen Lichtquellen einfach voneinander unter-
5 scheiden zu können. Die Modulation der betreffenden
Lichtquellen kann die Frequenz des jeweils abgegebenen
Lichts betreffen.

Um die einzelnen Lichtquellen auf besonders einfache
Weise betreiben zu können, ohne lästige Kabelver-
bindungen in Kauf nehmen zu müssen, sind vorzugsweise
10 die einzelnen Lichtquellen mit jeweils eigener Strom-
versorgung versehen.

Vorzugsweise ist eine den Lichtquellen zugehörige
Steuereinrichtung vorgesehen, welche die Intensität
15 des von den Lichtquellen abgegebenen Lichtes auf
einem vorgegebenen Wert hält. Von dieser Maßnahme
wird in vorteilhafter Weise dann Gebrauch gemacht,
wenn der Abstand zwischen den Lichtquellen und den
Detektorelementen unterschiedlich ist bzw. variiert.

20 Als Lichtquellen und als Detektorelemente dienen vor-
zugsweise Halbleiterelemente. So werden als Licht-
quellen insbesondere Leuchtdioden (LED) verwendet,
und als Detektorelemente werden übliche Detektor-
25 elemente verwendet, wie sie im Zusammenhang mit dem
oben betrachteten bekannten System bereits beschrie-
ben sind. Es sei hier angemerkt, daß als Detektor-
elemente aber auch ladungsgekoppelte Einrichtungen
(CCD) verwendet werden können.

30 Anhand von Zeichnungen wird die Erfindung nachstehend
beispielsweise näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in einer Perspektivansicht einen Detek-
torkörper, wie er bei dem Fotodetektor-System ge-
35 mäß der Erfindung verwendet wird.

1 Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf d n in Fig. 1 dargestellten Detektorkörper.

5 Fig. 3 zeigt in einer Perspektivansicht die Verwendung von drei Detektorkörpern gemäß der Erfindung zur räumlichen Feststellung bzw. Messung der Position wenigstens einer Lichtquelle.

10 Fig. 4 zeigt in einer Ebene nebeneinanderliegend angeordnete Detektorkörper.

15 Fig. 5 zeigt in einer schematischen Darstellung Verhältnisse, die sich aus der Verwendung von zwei Detektorkörpern der in Fig. 3 dargestellten drei Detektorkörper ergeben.

20 Fig. 6 zeigt in einem Blockschaltbild eine Rechenschaltung, die in Verbindung mit der Vorrichtung gemäß Fig. 3 verwendbar ist.

Fig. 7 zeigt in einem Zeitdiagramm Impulse, mit deren Hilfe Lichtquellen zur Abgabe von Licht angesteuert werden können.

25 Fig. 8 zeigt in einem Blockschaltbild eine Steuereinrichtung, mit deren Hilfe die Intensität des von Lichtquellen abgegebenen Lichtes auf einem vorgegebenen Wert gehalten werden kann.

30 Fig. 9 zeigt eine Meßanordnung zum dreidimensionalen Feststellen bzw. Messen der Position einer oder mehrerer Lichtquellen

35 Fig. 10 zeigt ein bekanntes einachsiges Fotodetektor-System

1 Figur 10 zeigt ein bekanntes einachsiges Detektor-System.
Das von einer Lichtquelle 71 ausgehende Licht wird durch
eine Linse 72 zu einem Lichtpunkt gebündelt, der auf die
Oberfläche eines positionsempfindlichen Fotodetektorele-
5 mentes fällt. Das positionsempfindliche Fotodetektor-
element besteht aus einem halbleitenden Substrat 73,
an dessen beiden Enden Elektroden 74 und 75 aufgebracht
sind. Ferner ist in der Mitte an der Unterseite eine
Elektrode 76 angebracht. Mit der Elektrode 76 ist ein
10 Pol einer Spannungsquelle 77 verbunden. Der andere Pol
der Spannungsquelle führt zum Plus-Eingang je eines Ope-
rationsverstärkers 78, 79. Der Minus-Eingang der beiden
Operationsverstärker 78, 79 ist mit der entsprechenden
Elektrode 74, 75 verbunden. Ferner ist der Minus-Eingang
15 jedes Operationsverstärkers 78, 79 mit dem entsprechen-
den Ausgang durch einen entsprechenden Gegenkopplungs-
widerstand verbunden. Die Spannungen u_1 und u_2 an den
Ausgängen der Operationsverstärker 78, 79 hängen davon
ab, wo der Lichtfleck auf dem Substrat 73 auftrifft. Wenn
20 der Lichtfleck genau in der Mitte auftrifft, sind beide
Spannungen gleich. Wenn der Lichtfleck beispielsweise
bei Veränderung der Lichtquelle 71 zu 71' näher an der
Elektrode 74 auftrifft als an der Elektrode 75, so ist
die Spannung u_1 größer als die Spannung u_2 . Jede Winkel-
25 veränderung der Lichtquelle 71 führt dementsprechend zu
einer Änderung der Spannungen an den Ausgängen der Ope-
rationsverstärker 78, 79. Das in Figur 10 gezeigte Foto-
detektor-System entspricht dem Fotodetektor-System in
Figur 4 der europäischen Patentanmeldung 81106262.9 des
30 Anmelders. Ein solches Fotodetektor-System wird als "ein-
achsig" bezeichnet. Dies deshalb, weil mit einem solchen
System nur Ortsveränderungen festgestellt werden können,
die in Verbindungsrichtung zwischen den beiden Elektroden
74, 75 erfolgen.

- 1 Wenn man rechtwinklig zu den streifenförmig n Elektroden
74, 75 an den beiden Seiten des Substrates 73 weitere
Elektroden anbringt und deren Ausgangssignale in der
gleichen Weise auswertet, wie es in Figur 10 gezeigt
5 ist, so erhält man ein "zweiachsiges" Fotodetektor-System.
Ein solches ist beispielsweise im IEE JOURNAL OF SOLID-
STATE CIRCUITS, VOL. SC-13, NO. 3, June 1978 beschrieben.

Im vorliegenden Fall interessieren nur "einachsige" Licht-
10 detektor-Systeme.

Figur 1 zeigt einen generell mit 1 bezeichneten Detek-
torkörper, der bei dem Fotodetektor-System gemäß der
Erfindung zum Feststellen bzw. Messen der Position einer
15 oder mehrerer Lichtquellen verwendbar ist. Der Detektor-
körper 1 weist einen kreisförmigen Zylinder auf, auf
dessen Außenseite drei langgestreckte Linsenelemente 2,
3 und 4 vorgesehen sind. Diese Linsenelemente sind zy-
linderförmige Linsenelemente, die im vorliegenden Fall
20 in zwei verschiedenen Ebenen liegen. In der einen Ebene
befindet sich das Linsenelement 2, und in der anderen
Ebene befinden sich die Linsenelemente 3 und 4. Wie aus
Fig. 1 hervorgeht, sind die Linsenelemente 3 und 4 so
angeordnet, daß sie mit ihren Linsenflächen in einer
25 Überlappingsbeziehung zu der Linsenfläche des Linsen-
elementes 2 liegen, welches in der anderen Ebene liegt.

Den Linsenelementen 2, 3, 4 sind einzelne flache Detek-
torelemente zugehörig, von denen in Fig. 1 lediglich
30 das dem Linsenelement 2 zugehörige Detektorelement 5
gezeigt ist, und die nur in Linsenkrümmungsrichtung
der Linsenelementepositionsempfindlich sind und in
Achsenrichtung der Linsenelemente einen exakt linea-
ren Empfindlichkeitsverlauf zeigen. In Fig. 2 ist ge-

35

1 zeigt, daß den Linsenelementen 3 und 4 die Detektor-
elemente 6 bzw. 7 zugehörig sind. Aus Fig. 1 und 2
geht dabei hervor, daß die Detektorelemente 5, 6 und
5 7 mit ihren Detektorflächen relativ zueinander ver-
setzt sind und daß die den einzelnen Detektorelemen-
ten 5, 6 und 7 zugehörigen langgestreckten Linsen-
elemente 2, 3 bzw. 4 entsprechend der relativen Ver-
setzung der Detektorflächen der Detektorelemente 5, 6
10 und 7 zueinander versetzt angeordnet sind.

An dieser Stelle sei noch angemerkt, daß in Abweichung
von den in Fig. 1 und 2 dargestellten Verhältnissen
jeder Detektorkörper grundsätzlich mehr Detektor-
15 elemente und Linsenelemente aufweisen kann, als zuvor
angegeben. Im übrigen sei hier noch angemerkt, daß
im Zusammenhang mit Fig. 1 und 2 zwar gezeigt ist,
daß die Detektorelemente und diesen zugehörige Lin-
senelemente übereinander angeordnet sind, daß aber
20 durch entsprechende Drehung die betreffenden Elemente
dann nebeneinander angeordnet sind. Überdies sei
noch angemerkt, daß die Detektorelemente in Abwei-
chung von den zuvor betrachteten Verhältnissen mit
ihren Detektorflächen auf einer gemeinsamen Linie
25 liegend übereinander oder nebeneinander angeordnet
sein können. In diesem Fall wäre die betreffende Linie
die Mittellinie des kreisförmigen Zylinderskörpers bzw.
Detektorkörpers 1.

30 Fig. 3 zeigt die Anwendung dreier Detektorkörper der
in Fig. 1 und 2 gezeigten Art. Gemäß Fig. 3 sind die

1 betreff enden Detektorkörper mit 11, 12 und 13 bezeich-
net. Die Detektorkörper 11 und 12 sind mit ihren Längs-
achsen in vertikaler Richtung ausgerichtet, und der De-
5 tektorkörper 13 ist mit seiner Längsachse in horizon-
taler Richtung angeordnet.

Mit Hilfe der beiden Detektorkörper 11 und 12 wird
der in Fig. 3 angedeutete Raum in einer Ebene bezüg-
lich der Position wenigstens einer (nicht dargestell-
10 ten) Lichtquelle überwacht bzw. erfaßt. Die Verwen-
dung von zwei Detektorkörpern 11 und 12 bringt dabei
eine Ausweitung des Erfassungsbereiches gegenüber der
Verwendung nur eines Detektorkörpers mit sich. Mit
Hilfe des Detektorkörpers 13 wird der erwähnte Raum
15 in der vertikalen Richtung überwacht.

Die Detektorelemente der einzelnen Detektorkörper 11,
12 und 13 sind mit ihren Signalausgängen an einer
gemeinsamen Rechenschaltung 14 angeschlossen, von
20 der an Ausgängen X, Y und Z für die einzelnen räum-
lichen Koordinaten einer Lichtquelle, die sich in
dem in Fig. 3 angedeuteten Raum befindet, kennzeich-
nende Positionssignale abgegeben werden können. Hier-
auf wird im Zusammenhang mit Fig. 5 und 6 noch einge-
25 gangen werden.

Fig. 4 zeigt in Abweichung von den in Fig. 3 gezeig-
ten Verhältnissen einen Fall, gemäß dem mehrere De-
tektorkörper, die mit 16, 17, 18 und 19 bezeichnet sind,
30 vorgesehen und mit ihren Längsachsen nebeneinander
liegend angeordnet sind. Durch eine solche Anordnung

1 d r Detektorkörper 16 bis 19 wird ein relativ weiter
Erfassungsbereich für Lichtquellen erzielt, deren
Position zu bestimmen bzw. zu messen ist. Derartige
Lichtquellen können beispielsweise von Sportlern ge-
5 tragen werden, um deren Bewegungen feststellen und
auswerten zu können.

Bezüglich der in Fig. 4 gezeigten Verhältnisse sei
noch angemerkt, daß in den schraffierten Bereichen 20
eine Doppelauswertung der von jeweils einer Licht-
quelle abgegebenen Lichtstrahlen erfolgt. In diesen
Fällen kann jedoch eine entsprechende Korrektur der
Ausgangssignale der betroffenen Detektorkörper 16
bis 19 erfolgen.

15 Fig. 5 veranschaulicht mathematische Beziehungen, die
zwischen den in Fig. 3 dargestellten Detektorkörpern 11
und 12 vorhanden sind. Gemäß Fig. 5 sind die beiden
Detektorkörper 11 und 12 in ein Koordinatenfeld mit
20 einer x-Achse und mit einer y-Achse gelegt. Eine
Lichtquelle ist mit $P_{x,y}$ bezeichnet, um anzudeuten,
daß deren x- und y-Koordinatenwerte zu bestimmen sind.
Eine von dem Detektorkörper 11 zu dem Punkt $P_{x,y}$ ver-
laufende Gerade bildet mit der y-Achse einen Winkel α
25 Eine zwischen dem Detektorkörper 12 und dem Punkt $P_{x,y}$
verlaufende Gerade bildet mit der y-Achse einen
Winkel β . Der Abstand zwischen den beiden Detektor-
körpern 11 und 12 beträgt $2d$. Mit Rücksicht auf diese
Werte ergeben sich folgende Beziehungen:

30
$$2d = y (\tan \alpha + \tan \beta), \quad (1)$$

woraus für y die Beziehung folgt

$$y = \frac{2d}{\tan \alpha + \tan \beta}, \quad (2)$$

35 und der Wert x ergibt sich zu

$$x = -d + y \tan \alpha \quad (3)$$

1 Für die Bestimmung der vorstehend angegebenen Koordina-
tenwerte y und x sind lediglich die Größen $\tan \alpha$ und
5 $\tan \beta$ erforderlich. Diese Größen sind jedoch den
Ausgangssignalen proportional, welche die Detektor-
körper 11 und 12 bzw. deren Detektorelemente liefern.
Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß die
Ausgangssignale der Detektorelemente der Detektor-
körper 11 und 12 nach Multiplikation mit bestimmten
10 vorgegebenen Proportionalitätskonstanten für die
Größen $\tan \alpha$ und $\tan \beta$ verwendet werden können.

Fig. 6 zeigt in einem Blockschaltbild eine Rechen-
schaltung, welche die zuvor erwähnten Größen $\tan \alpha$
und $\tan \beta$ für die Durchführung von Rechengvorgängen
15 ausnutzt. Gemäß Fig. 6 wird einem Eingangsanschluß 21
die Größe $\tan \alpha$ zugeführt, und einem Eingangs-
anschluß 22 wird die Größe $\tan \beta$ zugeführt. An dieser
Stelle sei angemerkt, daß tatsächlich die betreffenden
Größen $\tan \alpha$ und $\tan \beta$ angegebene Binärzahlen bzw.
20 Binärwörter zugeführt werden. An den beiden Ein-
gängen 21 und 22 ist eine erste Rechenschaltung 23
mit ihren Eingängen angeschlossen. Diese Rechenschal-
tung 23 gibt an einen Ausgangsanschluß 25 ein Aus-
gangssignal ab, welches der obigen Gleichung (2) ge-
25 nügt. Dies bedeutet, daß am Ausgangsanschluß 25 ein
Ausgangssignal auftritt, welches den y -Koordinaten-
wert einer gerade erfaßten Lichtquelle betrifft.

Am Ausgang der Rechenschaltung 23 und am Eingangs-
anschluß 21 ist eine weitere Rechenschaltung 24 ange-
30 schlossen, welche an einem Ausgangsanschluß 26 ein
Ausgangssignal entsprechend der obigen Beziehung (3)
abgibt. Dies bedeutet, daß am Ausgangsanschluß 26
ein für den x -Koordinatenwert einer gerade erfaßten
35 Lichtquelle kennzeichnendes Ausgangssignal zur Ver-
fügung steht.

- 1 Ergänzend zu den vorstehenden Ausführungen sei noch
angemerkt, daß eine den in Fig. 6 angedeuteten Rechen-
schaltung n entsprechende Rech nschaltung vorgesehen
sein kann, um bezüglich des Detektorkörpers 13 gemäß
5 Fig. 3 eine Positionsbestimmung für eine Lichtquelle
in einer weiteren Koordinatenachse z vorzunehmen. Der
betreffende Koordinatenwert z genügt dabei der Be-
ziehung

$$z = y \tan \varphi, \quad (4)$$

- 10 wobei φ der Winkel bedeutet, den eine Gerade zwischen
dem Detektorkörper 13 gemäß Fig. 3 und einer Licht-
quelle in bezug auf eine Bezugsebene (das ist die
x-y-Ebene) einschließt.

- 15 Um die Position der einzelnen Lichtquellen mit Hilfe
der zuvor beschriebenen Detektorkörper ermitteln zu
können und zugleich eine Unterscheidung zwischen den
verschiedenen Lichtquellen treffen zu können, ist
vorgesehen, die betreffenden Lichtquellen entweder
20 im Zeitmultiplexbetrieb nacheinander zum Aufleuchten
zu bringen bzw. gelangen zu lassen, oder aber die
einzelnen Lichtquellen in der Frequenz zu modulieren,
so daß sie verschiedenfarbenes Licht ausstrahlen. Es
ist aber auch möglich, beide Maßnahmen in Verbindung
25 miteinander anzuwenden.

- Fig. 7 zeigt in einem Zeitdiagramm verschiedene Impul-
se, die für den Zeitmultiplexbetrieb einer Vielzahl
von Lichtquellen verwendet werden können. Mit 30 sind
in Fig. 7 Triggerimpulse bezeichnet, die dazu ausge-
nutzt werden können, auf die Zuführung eines weiteren
Impulses 31, 32 bzw. 3n hin Licht abzugeben, und zwar
für die Dauer des betreffenden Impulses 31, 32 bzw. 3n.
Wie auf der Zeitachse in Fig. 7 aufgetragen, wieder-
35 holen sich di betreffenden Vorgänge in einem f st-
gelegten Zyklus. Dabei könn n di einzeln n Licht-

- 1 quellen vorzugsweise mit eigener Stromversorgung, d.h.
mit eigener Batterie versehen sein.

- 5 Der vorstehend erwähnte Zeitmultiplexbetrieb der
einzelnen Lichtquellen kann in Abweichung von den
im Zusammenhang mit Fig. 7 speziell erläuterten Ver-
hältnissen auch so erfolgen, daß die einzelnen Licht-
quellen gesonderte Zeitgeber enthalten, welche bei-
spielsweise in der aus Fig. 7 ersichtlichen gestaffel-
10 ten Weise zur Wirkung gelangen. Dazu kann der jeweili-
ge Zeitgeber beispielsweise von einem der Trigger-
impulse 30 gemäß Fig. 7 angesteuert werden.

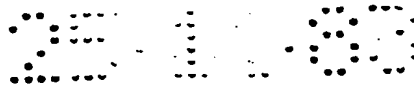
- 15 Fig. 8 zeigt in einem Blockschaltbild eine Schal-
tungsanordnung, mit deren Hilfe das Nutz-Rausch-
Signalverhältnis bei der Auswertung der die Position
von Lichtquellen angegebenden Signale relativ hoch ge-
halten werden kann. Die betreffende Schaltungsan-
ordnung weist zwei Eingangsanschlüsse 40 und 42 auf,
20 denen Signale zugeführt werden, die für unterschied-
liche Koordinatenwerte einer Lichtquelle in ein und
derselben Koordinatenrichtung, z.B. in der x-Koordi-
natenrichtung, kennzeichnend sind. Am Eingangsan-
schluß 40 ist ein Verstärker 41 mit einstellbarem
25 Verstärkungsfaktor angeschlossen. Ausgangsseitig ist
der Verstärker 41 am Eingang + eines Differenzver-
stärkers 44 und am Eingang + eines Summierers 47 an-
geschlossen. Der Differenzverstärker 44 ist mit seinem
Eingang - zusammen mit einem weiteren Eingang + des
30 Summierers 47 am Ausgang eines Verstärkers 43 ange-
schlossen, dessen Verstärkungsfaktor einstellbar ist
und der eingangsseitig an dem Eingangsanschluß 42
angeschlossen ist.

- 35 Am Ausgang des Differenzverstärkers 44 ist eine
Detektorschaltung 45 angeschlossen, die an einem

1 Ausgangsanschluß 46 einen x-Wert abgibt.

Am Ausgang des Summierers 47 ist eine Detektorschaltung 48 angeschlossen, die an einem Ausgangsanschluß 49
5 ein Steuersignal abgibt, welches für die Intensität bzw. Stärke des jeweiligen Signals kennzeichnend ist. Dieses Signal wird ferner über einen Analog-Digital-Wandler (ADC) 50 zur Ansteuerung eines Speichers 51
10 ausgenutzt, in welchem das jeweils letzte Abfrageergebnis, d.h. das jeweils zuvor ermittelte Intensitätssignal abgespeichert ist. Dieses Signal wird mit dem nunmehr von dem Analog-Digital-Wandler 50 abgegebenen
15 Signal in einer Logikschaltung 52 verglichen, um ein Einstellsignal zur Einstellung der Verstärkungsfaktoren der Verstärker 41 und 43 zu gewinnen. Durch diese Maßnahme wird ein Intensitätsabfall bzw. ein übermäßiger Intensitätsanstieg der Eingangssignale
20 ausgeglichen. Durch Ausnutzen der an den Ausgangsanschlüssen 46 und 49 auftretenden Signale kann somit die Intensität des von den Lichtquellen abgegebenen Lichtes auf einem vorgegebenen Wert gehalten werden.

Vorstehend ist ein System zum Feststellen bzw. Messen der Position einer oder mehrerer Lichtquellen mittels
25 einer fotoempfindlichen Detektoranordnung erläutert worden. Mit Hilfe derartiger Lichtquellen, die insbesondere durch Halbleiterelemente, wie Leuchtdioden (LED) gebildet sein können, ist es möglich, Bewegungsabläufe zu erfassen, wie beispielsweise von Sportlern
30 oder von Parkinson-Kranken. Es ist aber auch ohne weiteres möglich, die Erfindung zur Erfassung von beliebigen Bewegungsabläufen, beispielsweise auch in industriellen Bereichen, anzuwenden. Als Detektorelemente können dabei u.a. auch CCD-Detektor n verwendet
35 w r d n. Ganz allgemein können die v rwendeten Detektor lemente irgendwie geformt Oberflächen, also z. B. auch g krümmte Oberflächen aufw isen.



- 1 In Fig. 9 ist eine Meßanordnung zum dreidimensionalen
Feststellen bzw. Messen der Position einer oder meh-
rerer Lichtquellen gezeigt. Dieses System kann bei-
spielsweise für bio-mechanische Messungen, in der Sport-
5 medizin und zur Überprüfung von Bewegungsabläufen beim
Sporttraining verwendet werden. Ferner kann diese Meß-
anordnung für Messungen bei Autozusammenstößen od. dgl.
verwendet werden.
- 10 Die in Fig. 9 gezeigte Meßanordnung besteht aus einem
rohrförmigen vertikalen Träger 60, an dem mit etwa
gleichem Abstand zueinander drei einachsige Fotodetek-
tor-Systeme 61, 62, 63 vorgesehen sind. Der Winkelbe-
reich des obersten Detektorsystems 61 ist durch eine
15 Gerade 64 und durch eine Schräge 65 begrenzt. Der Win-
kelbereich des untersten Detektor-Systems ist durch
eine Gerade 67 und eine Schräge 66 begrenzt. Die bei-
den Winkelbereiche der beiden Fotodetektor-Systeme
61, 63 gehen in einem bestimmten Abstand von dem Trä-
20 ger 60 ineinander über.
- Der Winkelbereich des mittleren Fotodetektor-Systems
62 ist durch die gestrichelte Linie 68, 69 angedeutet.
Dieser Winkelbereich erstreckt sich senkrecht zu den
25 Winkelbereichen der äußeren Fotodetektor-Systeme 61,
63. Der Winkelbereich des mittleren Fotodetektor-Systems
62 ist allerdings nicht auf die durch die Linien 68,
69 begrenzte Ebene beschränkt, sondern er hat auch in
vertikaler Richtung einen hier nicht dargestellten
30 Öffnungswinkel. Das mittlere Fotodetektor-System 62
registriert jedoch nur Veränderungen von Lichtquellen,
die senkrecht zur Zeichnungsebene erfolgen. Demgegen-
über registrieren die beiden äußeren Fotodetektor-
Systeme 61, 63 Änderungen von Lichtquellen, die zwi-
35 schen Decke und Boden des Meßraumes erfolgen.

- 1 In dem Meßraum in Figur 9 trägt eine Versuchsperson 70
eine Lichtquelle 71, beispielsweise in Form einer Leucht-
diode. Mit den drei Fotodetektor-Systemen 61, 62, 63 kön-
nen drei Winkelkoordinaten festgestellt werden, die mit-
5 tels eines Rechners in kartesische Raumkoordinaten um-
gerechnet werden können.

- Es ist auch möglich, daß die Versuchsperson 70 mehrere
Lichtquellen 71 trägt. Diese können dann beispielsweise
10 unterschiedlich moduliert sein, wodurch eine Trennung
der jeder Lichtquelle zugeordneten Reaktionssignale
an den Fotodetektorsystemen 61, 62, 63 möglich ist.
Eine solche Verwendung mehrerer Lichtquellen und eine
entsprechende Trennung der Signale ist beispielsweise
15 in der DE-OS 23 39 390 beschrieben.

- Die drei Fotodetektor-Systeme 61, 62, 63 können vom
Schmalwinkeltyp gemäß Figur 10 sein oder vom Weitwin-
keltyp gemäß den Figuren 1 und 2.

20

Patentanwalt



25

30

35

• 22.

- Leerseite -

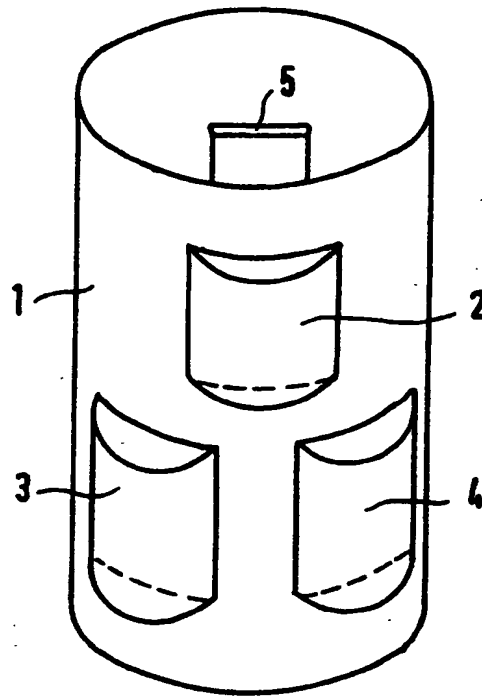


FIG. 1

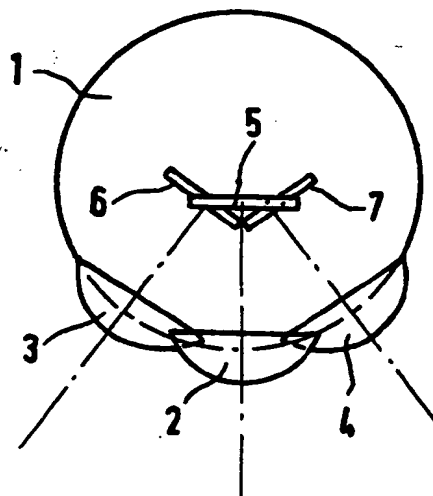
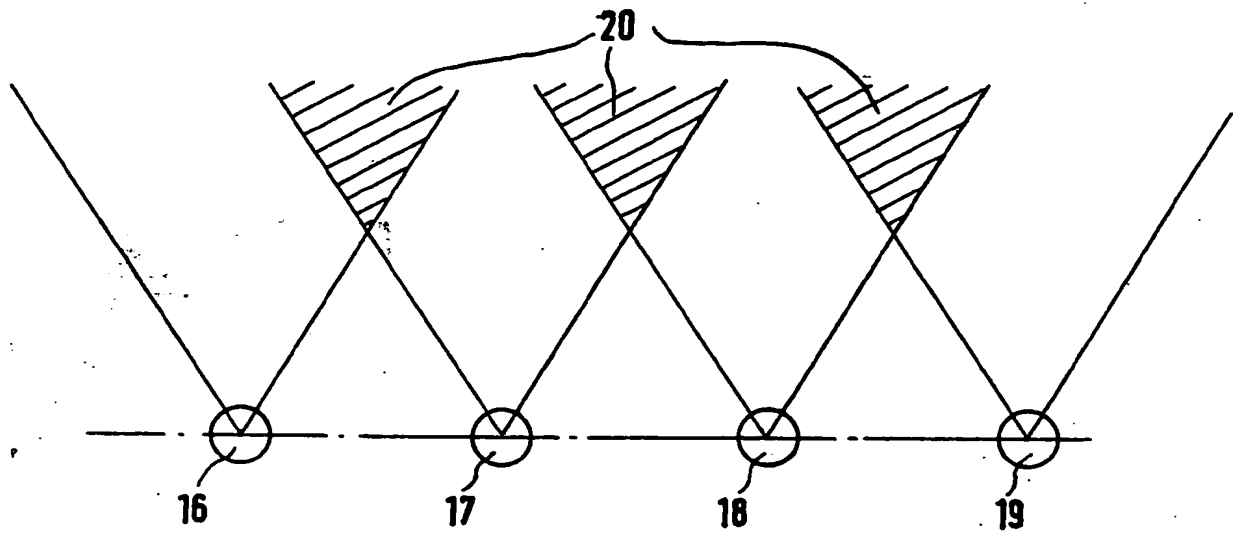
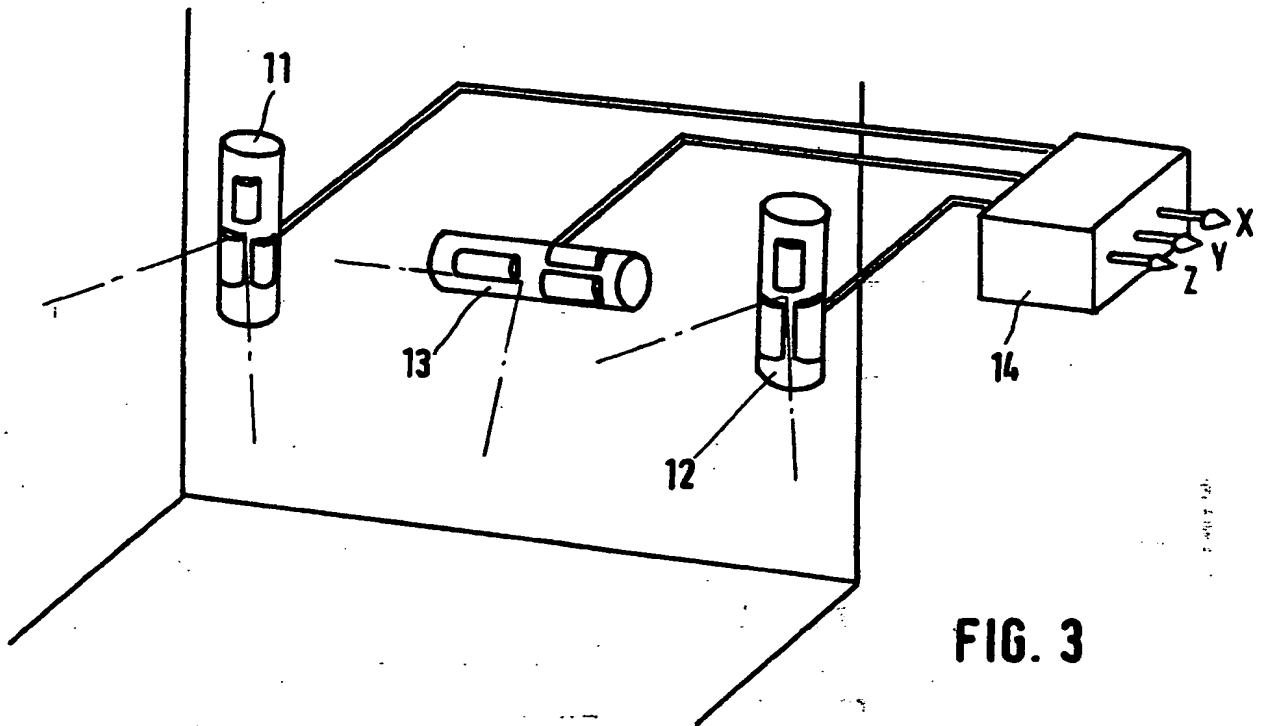
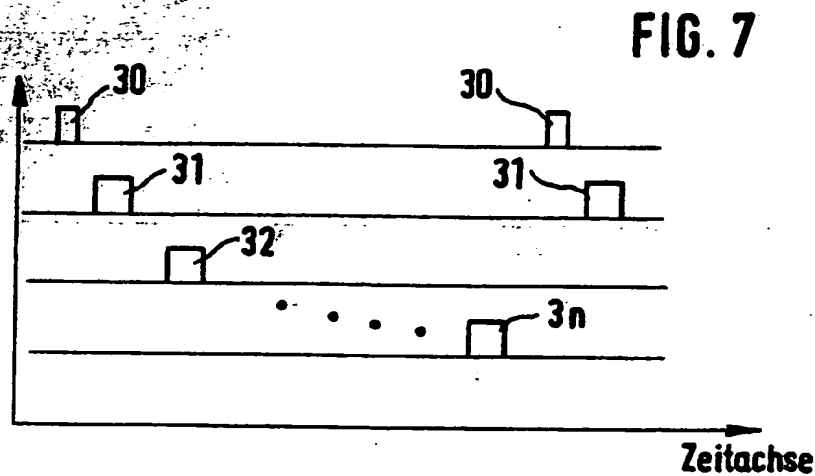
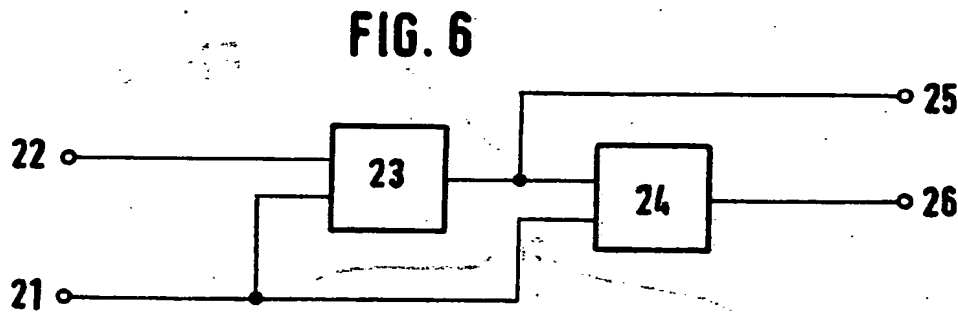
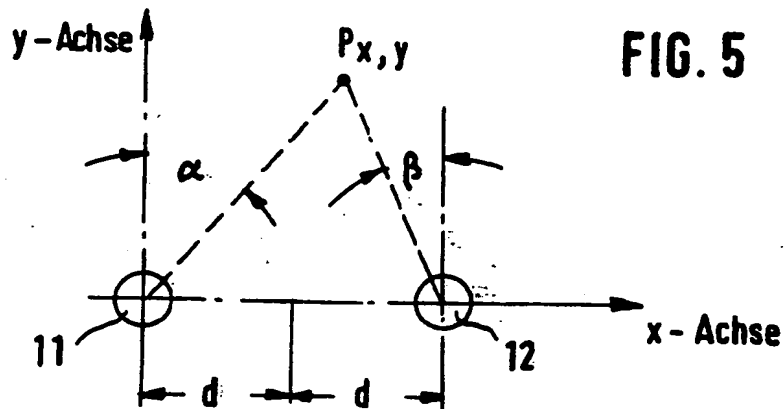


FIG. 2



P.3342721-6



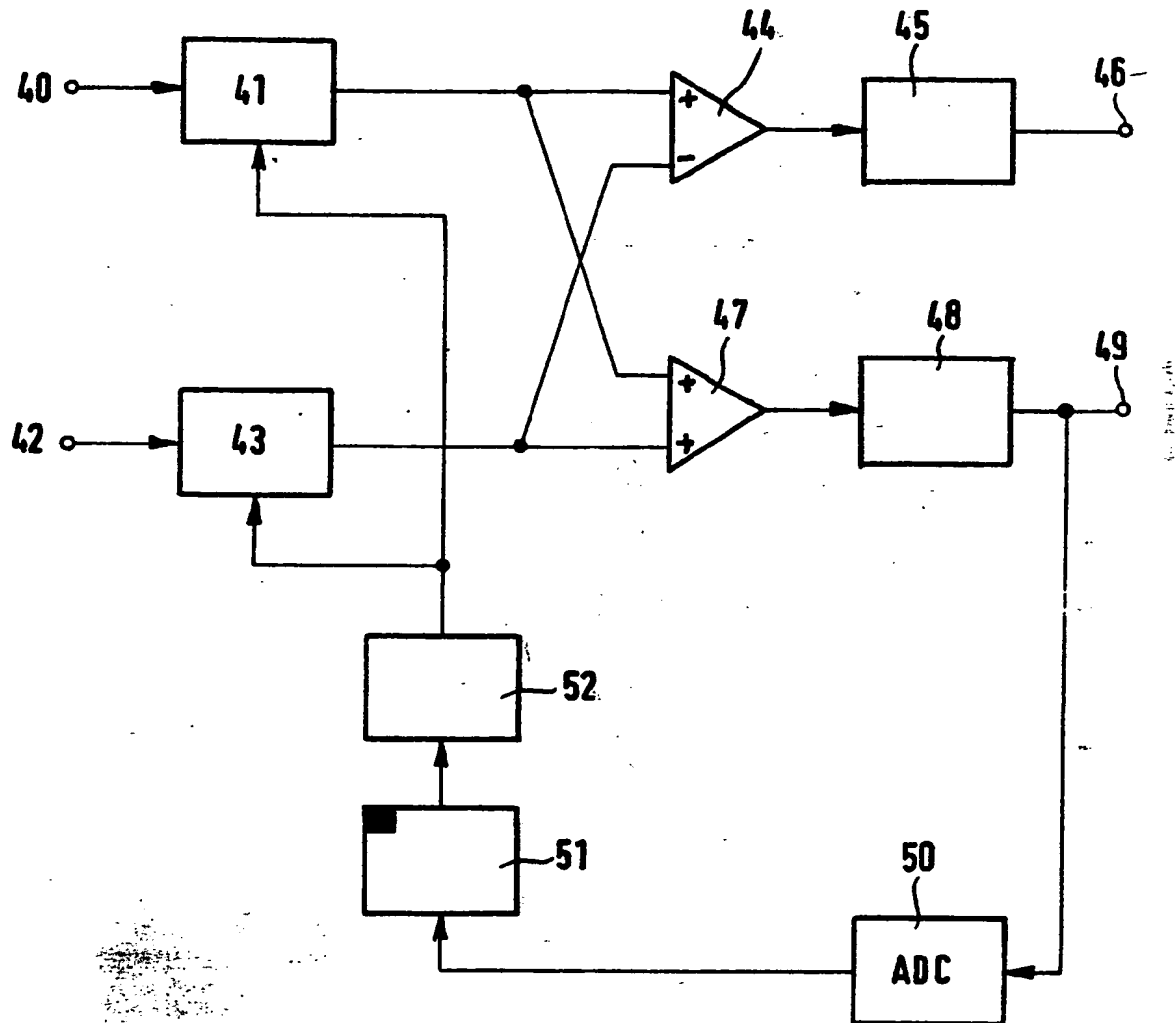


FIG. 8

P 33.42721.6

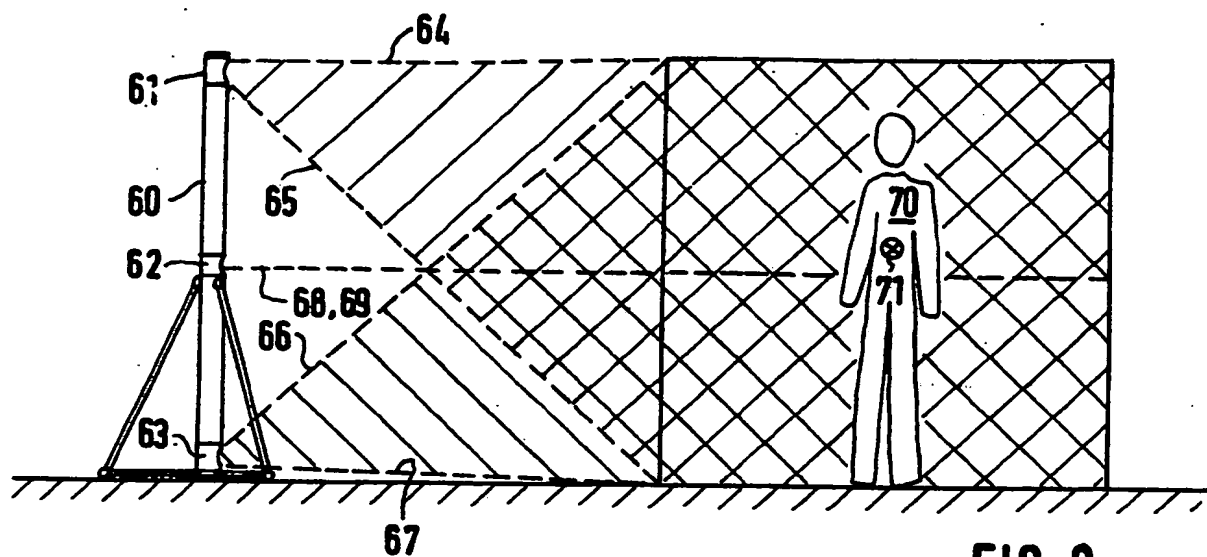


FIG. 9

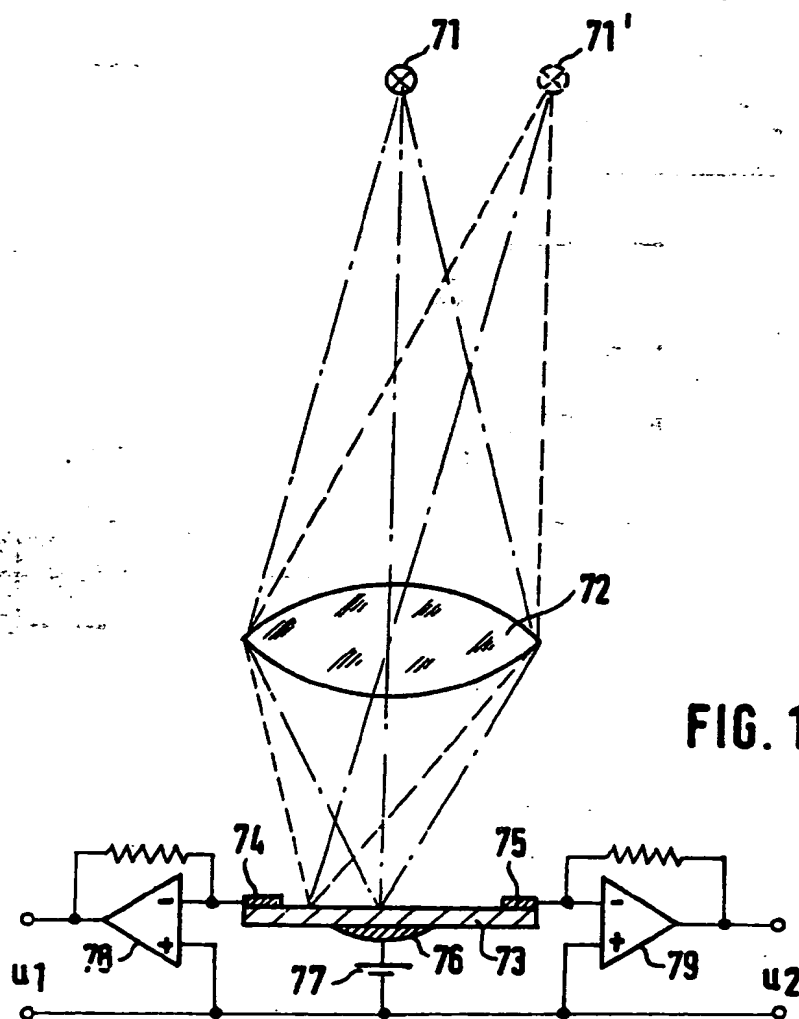


FIG. 10

P3342721.6